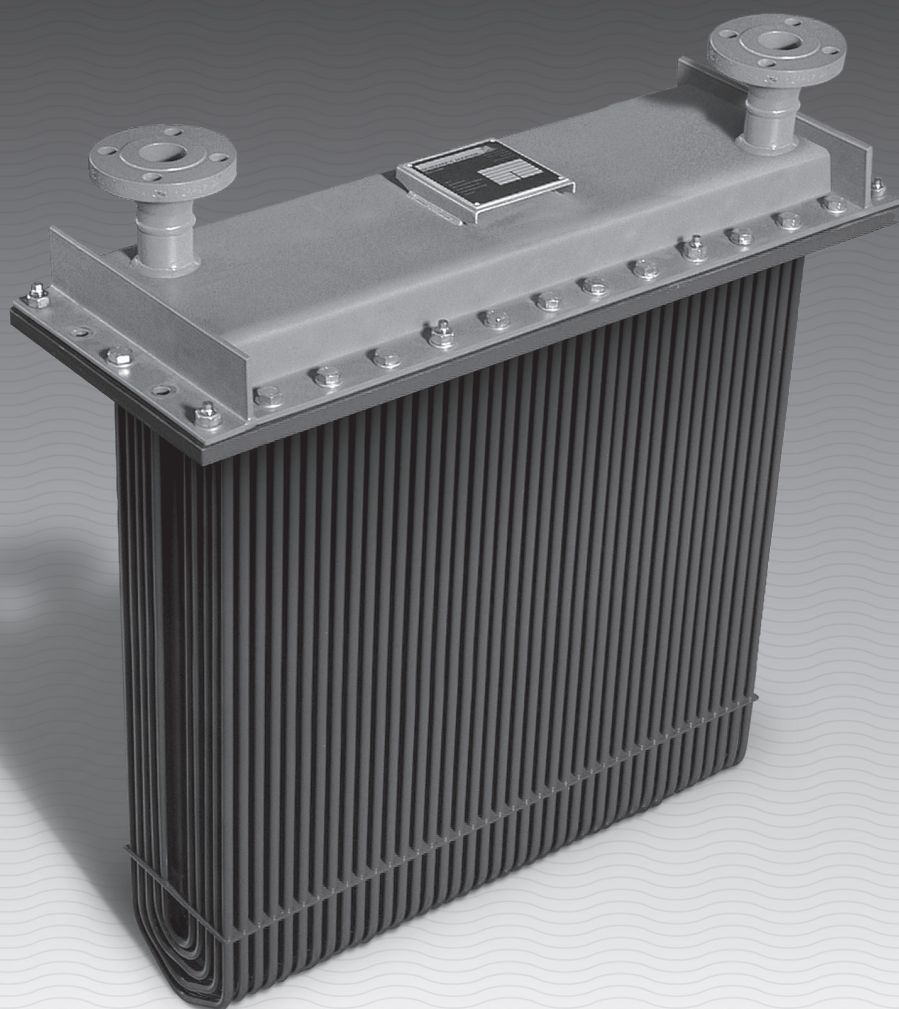
SISTEMAS DE TROCA DE CALOR

DURAMAX®

Arrefecedor de Caixa

Manual de instalação

Duramax Marine® é uma empresa certificada ISO 9001:2008

DURAMAX MARINE®

Não instale, opere ou faça a manutenção deste arrefecedor de caixa sem ter lido e compreendido completamente todas as informações constantes deste manual.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO

Este manual pertence a um ARREFECEDOR DE CAIXA Duramax Marine®.

O manual contém instruções para a instalação, operação e manutenção corretas e seguras do arrefecedor de caixa.

- **Leia todo este manual antes de iniciar qualquer trabalho no arrefecedor de caixa e antes de usá-lo.** [1]
- **Siga todas as instruções deste manual. Não fazer isso pode resultar em acidentes pessoais, defeitos, desgaste acelerado e outros danos materiais.**
- **Certifique-se de que você entenda este manual. Entre em contato com a Duramax Marine® para esclarecer qualquer dúvida. Fazer instalação, operação ou manutenção do arrefecedor de caixa sem compreender este manual pode ser perigoso e é um mau uso do arrefecedor de caixa.**
- **O manual é parte integrante do arrefecedor de caixa. Por isso, mantenha este manual disponível perto do arrefecedor de caixa para referência futura e durante todo o ciclo de vida do arrefecedor de caixa (por exemplo, para manutenção e detecção e resolução de problemas).**

1.1. SEGURANÇA

Nas seções relevantes os itens relacionados com segurança são indicados por um **símbolo de alerta de segurança**.

Este é o símbolo de alerta de segurança

Ele é utilizado para alertá-lo sobre riscos potenciais de acidente pessoal.

- Obedeça todas as mensagens de segurança que acompanham estes símbolos para evitar possíveis acidentes pessoais.

Vazamento importante de água

A estrutura de montagem e o feixe tubular fazem parte do casco da embarcação.

- **Não remova os parafusos (colar) ou o feixe tubular quando a embarcação estiver flutuando!**

[1] Além deste manual, também pode ser fornecido o manual de instalação do sistema ICAF com o arrefecedor de caixa. Estude também este manual e siga todas as instruções relevantes.

2. DESCRIÇÃO DO PRODUTO, USO PRETENDIDO, GARANTIA

2.1. DESCRIÇÃO DO PRODUTO

A finalidade de um arrefecedor de caixa é dissipar o calor gerado pelos vários processos que ocorrem a bordo da embarcação.

Os tubos do arrefecedor de caixa são posicionados dentro de uma caixa mar com fendas de entrada e saída de água externa. O feixe tubular em U está, portanto, circundado por água (consulte a fig. 1a).

A água de resfriamento do motor (ou outro líquido que precisar ser resfriado) é bombeada através dos tubos do arrefecedor de caixa e resfriada por circulação forçada de água de fora de bordo quando a embarcação está navegando. Isso elimina todo o sistema de resfriamento secundário de água (bombas, filtros, válvulas, tubulação etc.).

Quando a embarcação está parada, a circulação da água na caixa de mar é causada por circulação natural. A circulação natural é causada pelas diferenças na densidade da água, provocada pela diferença de temperatura.

Em vez de uma seção, o arrefecedor de caixa pode ser fabricado com duas ou três secções (consulte a fig. 12b).

Os tubos de liga bronze-alumínio podem ter um revestimento de duroplast curado a quente. Isso evita corrosão galvânica do aço carbono da caixa de mar (que é o metal menos nobre) na água do mar.

O revestimento de duroplast curado a quente também ajuda a evitar correntes elétricas parasitas e protege o arrefecedor de caixa contra corrosão que pode se desenvolver sob a incrustação marinha ou outros depósitos.

Figura 1a. Arrefecedor de caixa montado transversalmente.

2.1.1. Arranjo de montagem

O arrefecedor de caixa pode ser montado de 2 formas diferentes:

- **Transversalmente (em direção às laterais)** : esta é a maneira mais comum de montagem dos arrefecedores de caixa (consulte a fig. 1a).
- **Longitudinalmente, paralela à linha de centro longitudinal** (consulte a fig. 3b).

Independentemente do método de montagem, a caixa de mar necessita fendas de entrada e de saída para permitir o fluxo contínuo de água (consulte também a seção 4.1).

Há também métodos diferentes de instalação, por cima (montada na parte superior) ou por baixo (puxada debaixo para cima). Consulte a seção 4.2.

Para obter detalhes específicos do arrefecedor de caixa fornecido, consulte as especificações técnicas em anexo e o desenho fornecido.

Figura 1b. Consulte o desenho fornecido.

2.1.2. Evitar o acúmulo de musgo marinho

Embora os Arrefecedores de caixa Duramax Marine® necessitem muito pouca manutenção, elas estão expostas à água do mar e podem potencialmente se tornar incrustadas. O acúmulo de musgo marinho (como algas, mexilhões, cracas e outros mariscos) nas superfícies externas do feixe tubular pode diminuir seriamente a eficiência térmica.

O acúmulo de musgo marinho é um problema maior em águas costeiras do que em mar aberto.

Um sistema eletrolítico anti-incrustação (sistema ICAF[2]) é frequentemente necessário para diminuir o acúmulo indesejável de musgo marinho. Um sistema ICAF libera íons de cobre na água do mar o que evita a deposição de macroincrustação marinha.

Um sistema ICAF pode ser montado na caixa de mar, abaixo do arrefecedor de caixa. Alternativamente, o arrefecedor de caixa pode ser fornecido com um sistema ICAF integrado. Consulte a seção 4.5.

2.2. USO PRETENDIDO

O arrefecedor de caixa é construído de forma customizada conforme o pedido e as especificações técnicas anexas.

- **O uso seguro e sem problemas do arrefecedor de caixa exige que:**
  - **a) o arrefecedor de caixa seja usado como pretendido e quando estiver em condições de funcionamento adequadas**
  - **b) as condições de operação sejam mantidas dentro dos limites de projeto**
  - **c) sejam observadas todas as instruções de instalação, operação e manutenção.**
- O arrefecedor de caixa só pode ser instalado, operado e submetido a manutenção por engenheiros, operadores e eletricistas devidamente qualificados, capazes e instruídos.
- O arrefecedor de caixa deve ser usado somente por profissionais.
- Assume-se que o líquido circula em um sistema fechado e que são adicionados inibidores (quando necessário) para evitar corrosão interna e incrustação. (Observe que adicionar inibidores pode ter consequências no desempenho do arrefecedor de caixa). Verifique as especificações técnicas ou entre em contato com a Duramax Marine® para obter assistência.)
- O usuário é responsável por garantir que o conteúdo pretendido do arrefecedor de caixa seja compatível com os materiais utilizados em sua fabricação. O material utilizado no espelho de tubos é CuZn38SnAl e nos tubos é CuZn20Al2 (liga latão- alumínio).
- Não são tomadas medidas especiais para proteger o arrefecedor de caixa contra cargas cíclicas, ressonância ou vibrações (causadoras de fadiga), cargas de impacto, golpe de aríete, surtos, choques, incêndios ou raios.
- Uso indevido ou não cumprimento das instruções contidas neste manual pode invalidar a garantia. A Duramax Marine® também rejeita qualquer responsabilidade por acidentes pessoais ou danos materiais resultantes de abuso ou de inobservância das instruções contidas neste manual.

[2] Sistema ICAF = Sistema anti-incrustação de corrente aplicada.

2.3. GARANTIA

Consulte a cópia anexa dos termos e condições de venda da Duramax Marine®.

2.4. PLACAS DE TIPO

A placa de tipo do arrefecedor de caixa mostra os limites de projeto de que o uso seguro do arrefecedor de caixa depende. Ilustrado abaixo encontra-se um exemplo típico de placa de tipo de umo arrefecedor de caixa.

DURAMAX MARINE® LLC

Arrefecedor de Caixa

17990 Great Lakes Parkway
Hiram, Ohio 44234 USA
440-834-5400
www.duramaxmarine.com

1 N° da etiqueta
2 N° de fabricação
3 Peso (kg)/Ano de fabricação
4 Temperatura de projeto (°C)
5 Pressão de teste/projeto (barg)
6 Volume (l)

Os números referem-se a:

1 Nº de ativo indicado pelo cliente.

2 Número de produto e número de fabricação.

3 Ano de fabricação e o peso total do arrefecedor de caixa em kg.

4 As temperaturas mínima / máxima de projeto. Consulte as especificações técnicas anexas para obter os valores.

5 As pressões mínima / máxima de projeto em barg [3]. Consulte as especificações técnicas anexas para obter os valores. Normalmente a pressão de projeto é de 3 barg e a pressão de teste de 5 barg.

A pressão de projeto é o ponto de ajuste do dispositivo limitador de pressão (consulte a seção 4.4.2).

6 O volume do arrefecedor de caixa em l (litros).

Se uma caixa com diversas seções for fornecida, os itens 4, 5 e 6 são mostrados para cada seção.

[3] barg = *bar gauge* (pressão relativa à pressão atmosférica) ou sobrepressão, por exemplo 0 bar(a) = -1 bar g.

3. RECEBIMENTO, MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

3.1. RECEBIMENTO

- Normalmente o arrefecedor de caixa é entregue em uma caixa de madeira. Abra cuidadosamente a caixa após o recebimento e verifique se todos os itens estão presentes (verifique contra o conhecimento de embarque) e inspecione todos os itens para verificar se há danos.
- Anote no conhecimento de embarque da transportadora qualquer dano ou item ausente e faça uma reclamação imediatamente à empresa transportadora. Quando possível, tire fotos dos danos.
- Notifique imediatamente a Duramax Marine® quando observar danos ou quando estiverem faltando itens.
- Feche a caixa imediatamente após a inspeção, para evitar que os itens na caixa sejam perdidos ou danificados.
- Deixe o arrefecedor de caixa dentro da caixa até imediatamente antes da instalação.

3.2. INSTRUÇÕES PARA TRANSPORTE, MANUSEIO E IÇAMENTO

Cargas pesadas

Esmagamento ou acidentes pessoais graves podem ser causados causados por queda ou oscilação da carga devido a manuseio ou içamento incorretos.

- Transportar, manusear ou içar o arrefecedor de caixa somente pode ser feito por pessoal devidamente treinado e qualificado.
- Use equipamento de içamento com capacidade de içamento adequada e acessórios de içamento adequados com ganchos e manilhas adequadas às disposições de içamento.
- Afaste-se da carga.
- Use capacete de segurança e calçados de segurança.

- Eleve o feixe tubular somente por quatro parafusos de olhal M16 [4] (DIN 580). Aperte-os nos 4 furos rosqueados no espelho de tubos destinados a isso. Se necessário, a posição dos olhais deve ser ajustada com arruelas adequadas. Não insira a ponta de um gancho em um parafuso de olhal; em vez disso utilize uma manilha. Eleve usando somente os 4 parafusos de olhal simultaneamente (consulte a fig. 2). Não insira a ponta de um gancho em um parafuso de olhal, em vez disso utilize uma manilha.
- Eleve a tampa da água somente pelos 4 furos de içamento existentes nas placas de fechamento (consulte a fig. 2).
- **Preste atenção ao peso.** O peso do arrefecedor de caixa é mostrado nas especificações técnicas no final deste manual e na placa de tipo.
- Não use bocais, flanges ou outras peças salientes para movimentar ou elevar o arrefecedor de caixa.
- **Evite danificar o arrefecedor de caixa, especialmente o revestimento de duroplast.** Um revestimento danificado (mesmo com pequenos danos) causará corrosão (galvânica) acelerada . Pequenos danos podem ser retocados por um conjunto de reparo especial de dois componentes, que pode ser pedido à Duramax Marine®.
- Evite impactos e quedas.
- Preste atenção ao centro de gravidade, não deixe a carga oscilar, não vire de lado nem incline.

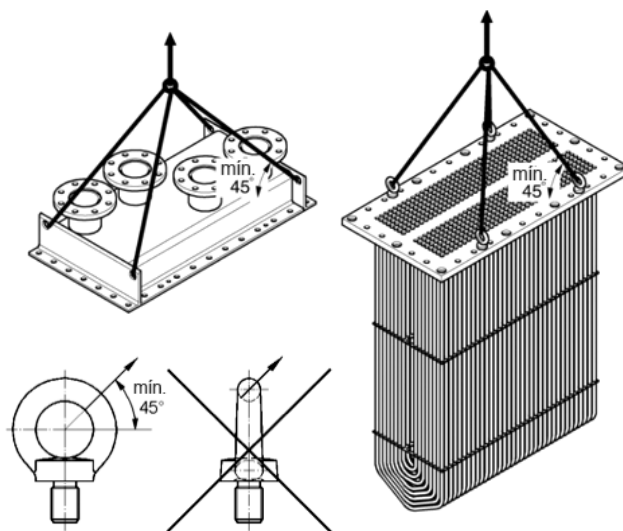



Figura 2. Içamento da tampa da água e do feixe tubular.

3.3. ARMAZENAMENTO DE CURTA E LONGA DURAÇÃO

O arrefecedor de caixa pode ter que ser armazenado por um período prolongado antes da instalação.

- Deixe o arrefecedor de caixa dentro da caixa de madeira em que é fornecida, para protegê-lo contra danos.
- Armazene a caixa em uma área bem ventilada, seca, protegida das intempéries, de preferência em ambiente interno.
- Evite grandes variações de temperatura para impedir que a condensação e a umidade entrem no arrefecedor de caixa.
- Não empilhe outros objetos sobre a caixa.
- Não use a caixa como degrau para subir

[4] Os parafusos de olhal não fazem parte do escopo de fornecimento da Duramax Marine®.

4. INSTALAÇÃO

Operação não segura

Instalação incorreta ou feita por pessoal sem competência ou não qualificado pode resultar em operação não segura, defeitos e corrosão acelerada.

- A instalação do arrefecedor de caixa somente pode ser feita por engenheiros, soldadores e eletricistas devidamente treinados, qualificados e instruídos.

A instalação do arrefecedor de caixa consiste nas seguintes etapas:

1. Projeto e preparação da caixa de mar.
2. Soldagem da estrutura de montagem
3. Instalação do feixe tubular e da tampa da água
4. Preparo e instalação do sistema de tubulação, incluindo a seleção e instalação de dispositivos de segurança para evitar sobrepressão e superaquecimento.
5. Instalação elétrica do sistema ICAF (opcional).

4.1. PROJETO DA CAIXA DE MAR

O arrefecedor de caixa pode ser instalado na posição transversal ou longitudinal:

1. **Transversalmente (em direção às laterais)**: esta é a maneira mais comum de montar um arrefecedor de caixa. O arrefecedor de caixa é montado entre as estruturas existentes da embarcação (consulte a fig. 3a).
2. **Longitudinalmente (paralela à linha de centro longitudinal)**: este método é menos usado pois as estruturas precisam ser cortadas para permitir a instalação da caixa de mar especial (consulte a fig. 3b).
3. Certifique-se de que a placa superior da caixa de mar esteja na linha d'água ou abaixo dela quando a embarcação estiver vazia. Isso é feito para garantir que o feixe tubular esteja sempre totalmente circundado por água (do mar).
4. Assegure que a caixa de mar tenha ventilação adequada para evitar a presença de ar aprisionado dentro da caixa de mar o que reduz a transferência de calor. Sugerimos soldar um tubo de parede grossa na placa superior com um diâmetro interno mínimo de 70 mm.
5. Mantenha um espaço livre mínimo de 80 mm entre o feixe tubular e qualquer peça da embarcação para um arrefecedor de caixa revestido e de 100 mm para um arrefecedor de caixa não revestido.

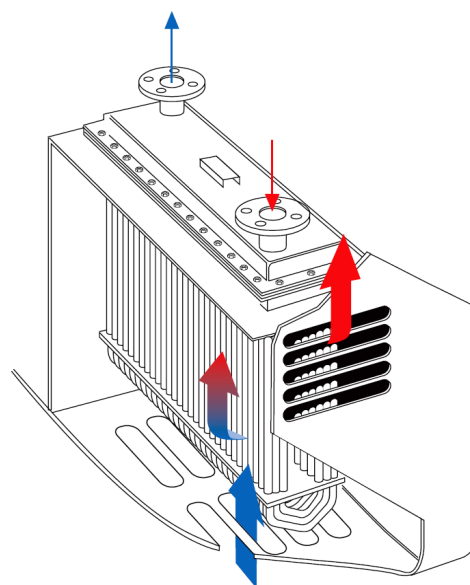



Figura 3a. Montagem transversal.

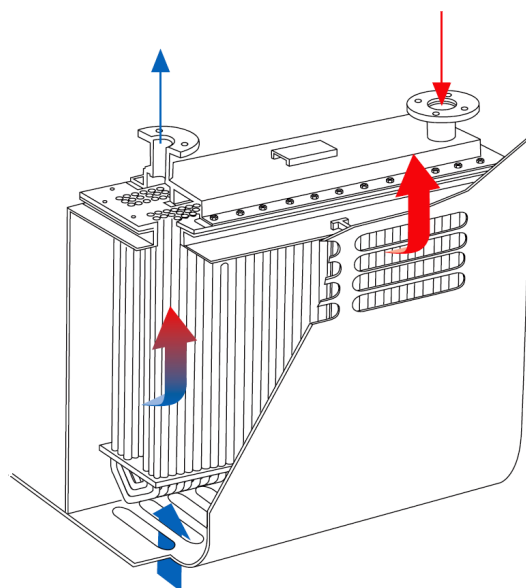



Figura 3b. Montagem longitudinal.

6. As fendas de entrada da água do mar devem situar-se na base da caixa de mar e devem ser posicionadas transversalmente em direção às laterais).
7. As fendas de saída da água do mar devem estar situadas na parede externa do casco e devem ser posicionadas longitudinalmente (paralelas à linha de centro longitudinal) diretamente sob a superfície superior da caixa de mar, mas devem permanecer abaixo da linha d'água quando a embarcação estiver vazia.
8. O número de fendas depende de diversos fatores tais como velocidade, serviço, formato etc.

   A largura de cada abertura é de 50 mm, mas o comprimento depende do espaçamento da estrutura da embarcação. Uma abertura normal no casco mede50 x 400 mm = 20 000 mm^2 ou **2 dm²**.

Para um circuito de alta temperatura (HT), considere **6 dm^2 de fendas de entrada para cada 100 kW** de dissipação de calor.

Para um circuito de baixa temperatura (LT), considere **9 dm^2 de fendas de entrada para cada 100 kW** de dissipação de calor.

A área das **fendas de saída** deve ser **80%** das fendas de entrada.

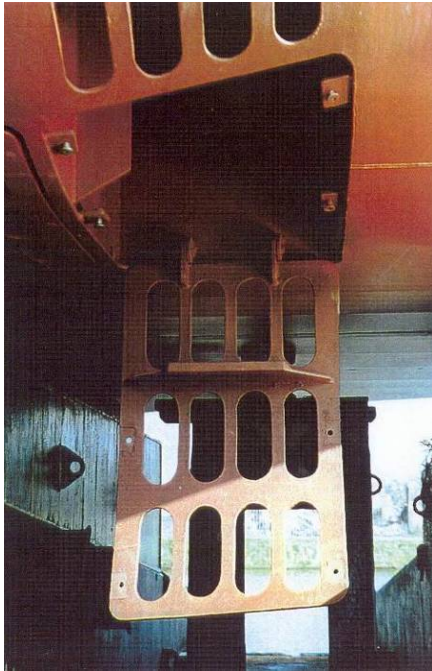



Figura 4. Exemplos de fendas de entrada em uma escotilha (a ser usada como abertura de inspeção/porta de visita).

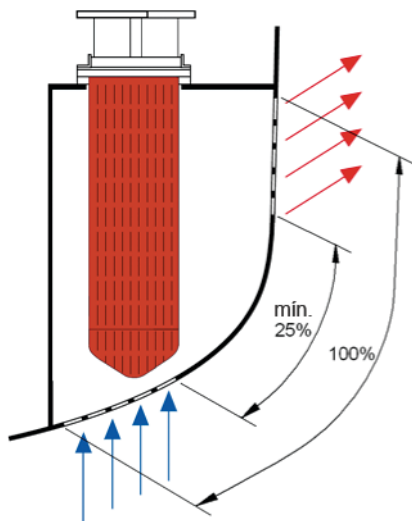



Figura 5. Mantenha uma área fechada entre as fendas de entrada e de saída de pelo menos 25% da seção do casco.

9. Se não for possível fazer essas fendas, faça tantas aberturas quanto for possível. Posicione as fendas de entrada de água (do mar) o mais baixo possível e as fendas de saída o mais alto possível. Certifique-se de que haja uma superfície fechada na caixa de mar, entre as fendas de entrada e de saída, de pelo menos 25% do comprimento total do tubo (consulte a fig. 5).

   Em caso de dúvida, entre em contato com a Duramax Marine® para obter assistência e envie um desenho da caixa de mar.

10. Todos os materiais para a caixa de mar, inclusive a placa superior e a estrutura de montagem (fornecida), devem ter pelo menos espessura igual ao restante da chapa da embarcação.

11. O feixe tubular é feito de ligas de cobre. Estes metais são mais nobres do que o aço carbono da caixa de mar. Sem proteção adequada, isso pode causar corrosão galvânica grave da caixa de mar devido às correntes galvânicas entre o feixe tubular e a caixa de mar, onde a água (do mar) serve como eletrólito.

    Para proteger a caixa de mar contra corrosão galvânica **todas as áreas metálicas da caixa de mar devem ser bem protegidas.** Além disso, é altamente recomendável **instalar anodos de sacrifício.**

12. Certifique-se de que o espaço acima do arrefecedor de caixa permita acesso suficiente para executar instalação, inspeção, limpeza e manutenção (consulte também a secção 6).

    Os arrefecedores de caixa montados na parte superior também necessitam espaço suficiente para a instalação e retração do feixe tubular.

4.2. SOLDAGEM DA ESTRUTURA DE MONTAGEM EM SUA POSIÇÃO

Após a soldagem, a estrutura de montagem passa a fazer parte do casco da embarcação. Todos os reforços, enrijecedores, material do casco e espessuras devem ser definidos pelo estaleiro.

Toda a soldagem deve ser feita conforme os requisitos aplicáveis nas Regras da Sociedade de Classificação.

Recomenda-se que as juntas em T usem soldas de topo em T de chanfro duplo (consulte as fig. 9 e 10) para minimizar a deformação.

Evite danificar o arrefecedor de caixa. Não solde na estrutura de montagem nem perto dela quando o arrefecedor de caixa estiver instalado.

Se uma estrutura de montagem não fizer parte do pedido, use o padrão dos parafusos na tampa da água como um molde para a furação.

1) Leve o engradado de madeira com o arrefecedor de caixa e todas as peças relacionadas até o local onde a caixa de mar está situada.

2) Retire a estrutura de aço carbono da caixa de madeira (observe que existem configurações alternativas; consulte as seções 4.3.1, 4.3.2 e 4.3.3).

3) Feche a caixa após retirar a estrutura de montagem para evitar que as peças restantes na caixa sejam perdidas ou danificadas.

4) Posicione a estrutura de montagem sobre/na abertura da placa superior da caixa de mar.

5) Primeiramente solde a ponto a estrutura em sua posição para minimizar a deformação durante a soldagem final (consulte a fig. 6).

   Verifique se a estrutura está nivelada. O desnível máximo após a soldagem deve ser de 3 mm. Deformação excessiva pode causar vazamento, pois não é possível fazer uma conexão estanque da água.

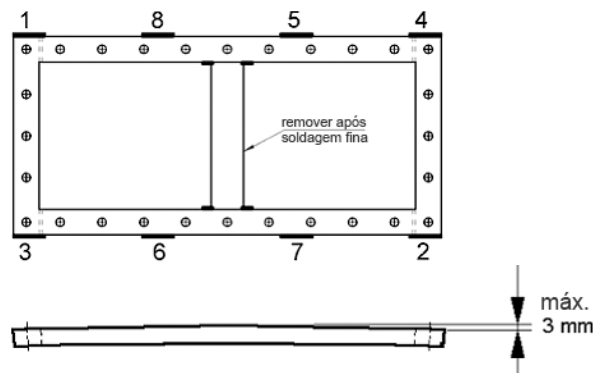



Figura 6. Soldagem da estrutura de montagem.

6) Complete a solda final. Certifique-se de que as soldas a ponto não interfiram com a conclusão adequada da solda final.

7) **Após a soldagem, a estrutura de montagem e a caixa de mar devem ser adequadamente revestidas.**

   Proteja o feixe tubular contra pintura!

   Não pinte as placas de catodo do sistema ICAF! (quando aplicável)

4.3. MONTAGEM

O arrefecedor de caixa pode ser montado de duas formas diferentes:

- De cima (colocada por cima); consulte a seção 4.3.1.
- Por baixo (puxada do fundo para cima), consulte a seção 4.3.2

  Os arrefecedores de caixa de instalação de baixo para cima são opcionais e fornecidos com uma estrutura do coletor em vez de um flange de montagem separado (consulte a seção 4.3.3).

A fig. 7 mostra uma vista explodida do arrefecedor de caixa montado na parte superior e a fig. 8a é um corte transversal detalhado.

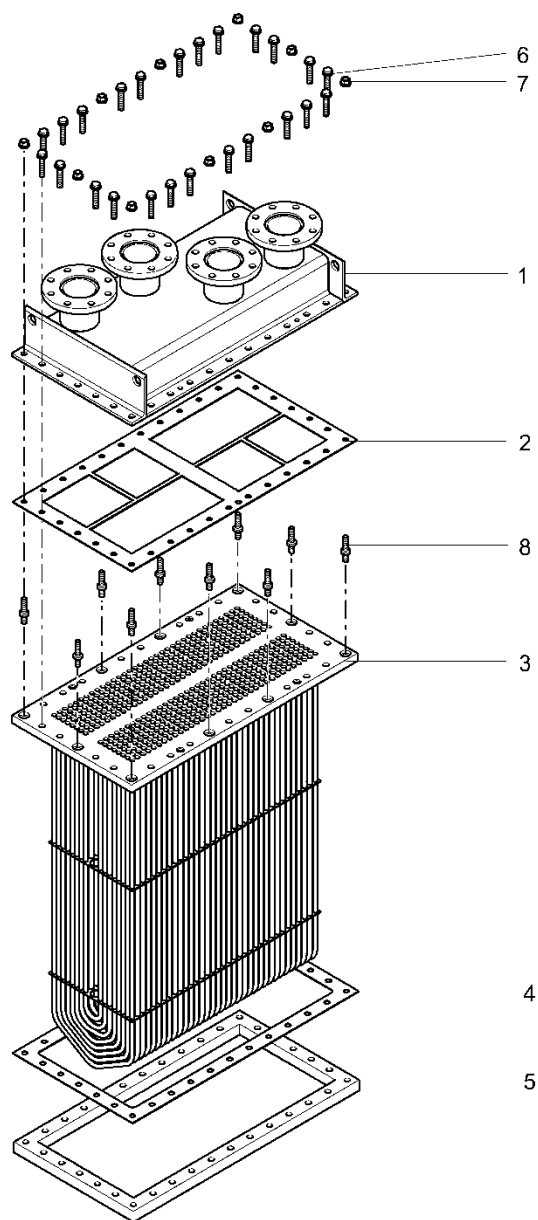
Os **parafusos de colar** são usados para fixar o feixe tubular na estrutura de montagem. Isso permite a remoção da tampa da água sem soltar o feixe tubular.

1 *Tampa da água*
2 *Gaxeta entre a tampa da água e o feixe tubular*
3 *Feixe tubular*
4 *Gaxeta para a estrutura de montagem* [5]
5 *Estrutura de montagem (soldada na caixa de mar)*
6 *Parafuso (sextavado padrão)*
7 *Porca*
8 *Parafuso de colar*

Figura 7. Vista explodida do arrefecedor de caixa (montada de cima).

4.3.1. Montagem do feixe tubular por cima

1) Retire o feixe tubular com os materiais de montagem da caixa de madeira (consulte as instruções de

[5] Ambas as gaxetas são feitas de SBR (borracha de estireno-butadieno).

içamento da seção 3.2). Feche a caixa para evitar que as peças restantes na caixa sejam perdidas ou danificadas.

2) Inspecione atentamente todo o feixe tubular antes da instalação. Transporte ou manuseio inadequado pode ter danificado a tubulação ou o revestimento. Entre em contato com a Duramax Marine® se observar que há danos.

3) Limpe as faces da gaxeta e certifique-se de que estão sem defeitos (rebarbas, corrosão localizada, arranhões, etc.).

4) Coloque a gaxeta da estrutura de montagem (item 5 da fig. 8a) na estrutura de montagem.

   Certifique-se de que a gaxeta esteja limpa.

   Não utilize vedante, graxa, cola ou qualquer outro agente ao instalar a gaxeta de SBR.

5) Abaixe cuidadosamente o feixe tubular para dentro da caixa de mar.

   Não danifique os tubos e o revestimento. Um revestimento danificado pode reduzir a vida útil do arrefecedor de caixa e-acelerará a corrosão galvânica da caixa de mar!

6) Posicione os parafusos de colar fornecidos nos furos de parafuso correspondentes da placa de tubo e aperte manualmente (consulte a fig. 8a).

7) Aperte os parafusos de colar alternadamente e com padrão cruzado (consulte a seção 4.4.4) com torquímetro para assegurar um assentamento uniforme das gaxetas.

   Consulte a seção 4.4.4 para saber quais são os torques de aperto.

   Observe que os parafusos de colar devem garantir vedação estanque da água quando a tampa da água é removida.

8) Quando os parafusos de colar estiverem apertados, a tampa da água poderá ser montada.

   Continue com a seção 4.4.

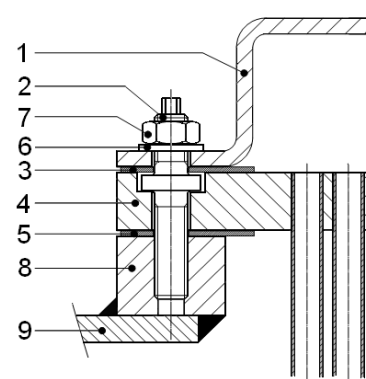
Além da montagem pela parte superior, há dois outros métodos de instalação do arrefecedor de caixa. Estes métodos estão descritos nas próximas duas seções.

1 *Tampa da água*
2 *Parafuso de colar*
3 *Gaxeta entre a tampa da água e o feixe tubular*
4 *Feixe tubular*
5 *Gaxeta para a estrutura de montagem*
6 *Arruela*
7 *Porca*
8 *Montagem da estrutura na placa superior*
9 *Placa superior da caixa de mar*

Figura 8a. Arranjo da montagem por cima com parafuso de colar.

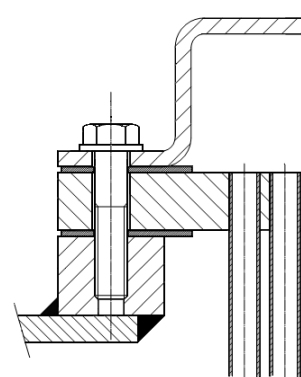



Figura 8b. Arranjo da montagem por cima , parafusos padrão

4.3.2. Método de montagem da caixa puxada de baixo para cima

Quando é fornecido um arrefecedor de caixa para montagem por baixo, o feixe tubular é montado por baixo.

Para essa finalidade deve ser feita uma escotilha no casco da embarcação através da qual o feixe tubular é inserido na caixa de mar (consulte a fig. 4).

Neste caso são fornecidas duas estruturas:

- A estrutura 1 é a estrutura de montagem que deve ser soldada na placa superior da caixa de mar (*item 1 da fig. 9a*)
- A estrutura 2 é usada como uma interface, para aparafusar o feixe tubular na estrutura de montagem (*item 2 da fig. 9a*)

A Fig. 9a mostra os parafusos de colar e a fig. 9b mostra os parafusos padrão para a tampa da água.

1) Solde a estrutura de montagem (estrutura 1) na posição conforme as instruções da seção 4.2.
2) Retire o feixe tubular, a estrutura 2, a gaxeta e os materiais de montagem da caixa de madeira e inspecione e limpe as peças conforme as instruções da seção 4.3.1.
3) Posicione a gaxeta que é usada entre a estrutura 2 e o espelho de tubos na parte superior da estrutura 2. Certifique-se de que a gaxeta e as faces da gaxeta estejam limpas.

   Não utilize vedante, graxa, cola ou qualquer outro agente ao instalar a gaxeta de SBR.
4) Fixe a estrutura 2 no espelho de tubos com os parafusos de colar fornecidos.
5) Coloque a gaxeta que é usada entre a estrutura de montagem e o feixe tubular na parte superior do espelho de tubos.
6) Proceda o içamento do feixe tubular através dos quatro parafusos de olhal M16 (consulte a fig. 2) por baixo até a sua posição. Veja o método de içamento "1" da fig. 10c.
7) Fixe o subconjunto (feixe tubular com a estrutura 2) na estrutura de montagem usando os parafusos M12 fornecidos.

   Consulte a seção 4.4.4 para saber quais são os torques de aperto.
8) Quando os parafusos de colar estiverem apertados, a tampa da água poderá ser montada.

   Continue com a seção 4.4.

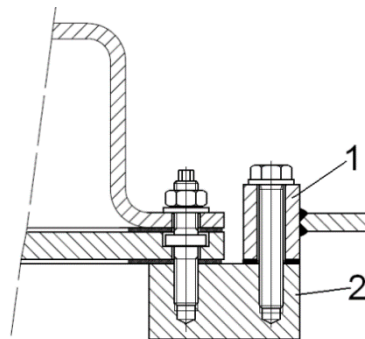



Figura 9a. Arranjo da montagem por içamento debaixo para cima com parafuso de colar.

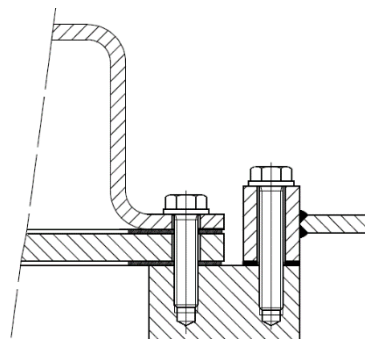



Figura 9b. Arranjo da montagem por içamento de baixo para cima com parafusos padrão.

4.3.3. Montagem usando uma estrutura de um coletor

A tampa da água também pode ter duas partes: uma estrutura do coletor retangular (*item 2 da fig. 10a*) com uma tampa lisa (*item 1 da fig. 10a*).

A estrutura do coletor retangular é soldada diretamente na placa superior da caixa de mar (conforme as instruções de soldagem da seção 4.2). Portanto, nesse caso não há estrutura de montagem (separada).

Após a estrutura do coletor ser soldada na placa superior, o feixe tubular (*item 3 da fig. 10a*) é instalado por baixo e o coletor por cima.

A fig. 10a mostra um parafuso allen que permanece instalado quando a tampa é removida. A fig. 10b mostra os parafusos padrão.

Observe que os parafusos allen, da mesma forma que os parafusos de colar, devem garantir vedação estanque da água quando a tampa da água é removida.

Montagem e instalação do feixe tubular:

1) Retire o feixe tubular, a gaxeta e os materiais de montagem da caixa de madeira e inspecione e limpe as peças conforme as instruções da seção 4.3.1.
2) Posicione a gaxeta que é usada entre a estrutura do coletor e o feixe tubular na parte superior do espelho de tubos. Certifique-se de que a gaxeta e as faces da gaxeta estejam limpas.

   Não utilize vedante, graxa, cola ou qualquer outro agente ao instalar a gaxeta de SBR.
3) Levante o feixe tubular (consulte a fig. 2) até logo acima da estrutura do coletor, mas deixando espaço suficiente para remover os parafusos de olhal. (Consulte “1” da fig. 10c.)
4) Em seguida, retire dos parafusos de olhal usando 4 hastes longas rosqueadas com porcas. Insira as 4 hastes rosqueadas M12 através dos cantos da estrutura do coletor e aperte-as nos furos rosqueados correspondentes do espelho de tubos.

   Fixe o feixe tubular colocando as porcas nas hastes rosqueadas.
5) Agora os parafusos de olhal e o equipamento de içamento podem ser removidos.
6) Puxe o feixe tubular contra a estrutura do coletor. Isso pode ser feito apertando as 4 porcas uniformemente ou colocando 4 porcas de olhal forjadas (M12) nas hastes rosqueadas e elevando o feixe com um dispositivo de içamento.

   Continue apertando as porcas durante o içamento para fixar a posição do feixe tubular.
7) Finalmente, fixe o feixe tubular com os parafusos allen; consulte a fig. 10a.

As hastes rosqueadas e as porcas de olhal não fazem parte do escopo de fornecimento da Duramax Marine®. O comprimento necessário das hastes rosqueadas é de 0,5 a 1,0 m (dependendo do tamanho do arrefecedor de caixa e da forma com que o feixe tubular é levantado).

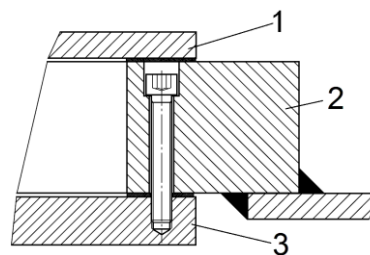



Figura 10a. Arranjo de montagem com estrutura do coletor (1), tampa lisa (2), espelho de tubos (3) e parafuso allen.

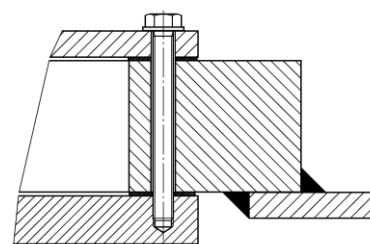



Figura 10b. Arranjo de montagem com estrutura do coletor, tampa lisa e parafuso padrão.

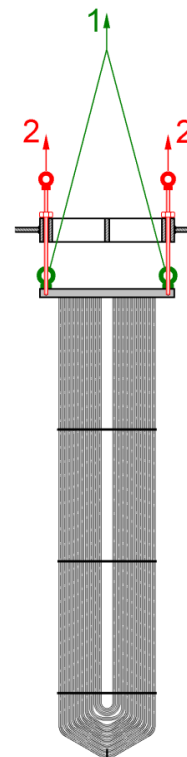



Figura 10c. Içamento do feixe tubular na direção da estrutura do coletor na placa superior.

4.3.4. Montagem da tampa da água

1) Retire a tampa da água com a gaxeta e os materiais de montagem da caixa de madeira (consulte as instruções de içamento na seção 3.2).
2) Inspecione a tampa da água antes da instalação, especialmente o revestimento. Retoque quando necessário.
3) Limpe as faces da gaxeta e certifique-se de que estão sem defeitos (rebarbas, corrosão localizada, arranhões etc.).
4) Posicione a gaxeta fornecida entre a tampa da água e o feixe tubular (item 2 da fig. 7). Certifique-se de que a partição corresponde ao desenho e à tampa da água.

   Certifique-se de que a gaxeta esteja limpa.

   Não utilize cola, vedante, graxa ou qualquer outro agente de vedação ao instalar a gaxeta de SBR.
5) Coloque cuidadosamente a tampa da água no lugar. Verifique a orientação consultando o desenho fornecido.

   Preste atenção ao peso. Tome cuidado para não danificar os revestimentos, a gaxeta e as faces da gaxeta.
6) Posicione os parafusos fornecidos e as porcas dos parafusos de colar nos furos de parafuso e aperte manualmente (consulte a fig. 8a e 8b).
7) Aperte todos os parafusos e porcas alternadamente e em padrão cruzado com torquímetro para assegurar o assentamento uniforme das gaxetas.

   Consulte a seção 4.4.4 para saber quais são os torques de aperto.

O lado externo da tampa da água pode ser pintado.

Não pinte o lado interno da tampa da água. A tinta pode ser arrancada pelo fluido e obstruir os tubos.

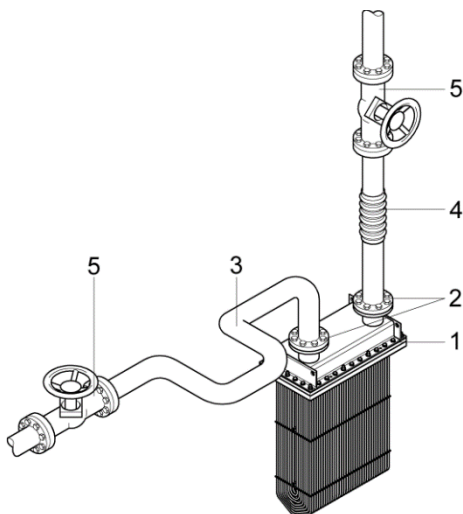



Figura 11. Instalação comum da tubulação com uma curva de expansão (3), uma junta de expansão (4) e válvulas de serviço (5) conectadas aos flanges do arrefecedor de caixa (1 e 2).

4.4. FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO DE PROCESSO

Certifique-se de que toda a tubulação seja fixada no arrefecedor de caixa sem transferir carga e vibração (da tubulação) ao arrefecedor de caixa.

Instale dispositivos de segurança para evitar pressão excessiva e sobrequecimento (consulte a seção 4.4.2).

4.4.1. Projeto da tubulação

- Certifique-se de que a tubulação esteja bem apoiada, **independentemente do arrefecedor de caixa** e fixada o mais próximo possível do arrefecedor de caixa.
- Evite transferir vibrações da tubulação para o trocador de calor. Quando necessário, instale luvas amortecedoras que possam absorver as vibrações da tubulação.
- Certifique-se de que o sistema da tubulação permita a expansão e contração térmicas do arrefecedor de caixa e da tubulação conectada. Certifique-se de que o sistema de tubulação tenha a flexibilidade adequada (por exemplo, instalando curvas de expansão e juntas de expansão; consulte a fig. 11).

  Os suportes de tubo também devem permitir a movimentação do tubo.
- Evite que a tubulação se desalinhe. Isso provocará aumento das cargas nos bocais. Observe que os as luvas compensadoras e juntas de expansão mencionados também ajudam a absorver um pouco do desalinhamento da tubulação.
- Instale meios adequados para drenagem e ventilação seguras e completas do arrefecedor de caixa.

  Instale respiros em pontos elevados para permitir a purga do sistema. A purga do sistema é necessária para assegurar transferência de calor ideal e evitar golpe de aríete. Os respiros também são necessários para permitir a drenagem completa do arrefecedor de caixa.

  A drenagem é necessária para permitir manutenção segura e, quando aplicável, para evitar congelamento durante períodos prolongados de desligamento (consulte a seção 5.3).
- Instale válvulas de serviço manuais ou derivações nos tubos de alimentação e de retorno para permitir o isolamento do arrefecedor de caixa da tubulação de fornecimento. Dessa forma, a inspeção e a manutenção podem ser feitas com segurança sem ter que desligar ou drenar um sistema maior (consulte a fig. 11).
- Quando necessário, instale sensores para monitorar pressão, temperatura e/ou o regime da vazão durante a operação. Fixe os dispositivos perto do arrefecedor de caixa para medir com precisão.

4.4.2. Dispositivos de segurança a serem instalados

Pressão excessiva ou sobreaquecimento podem causar vazamento, ruptura ou explosão do arrefecedor de caixa.

1) Instale um dispositivo limitador de pressão corretamente dimensionado e especificado (por exemplo, uma válvula de alívio de de pressão).

   A pressão regulada deve garantir que nenhuma parte do arrefecedor de caixa seja submetida a pressão acima da pressão de projeto (consulte a seção 2.4).

2) Certifique-se de que haja controles adequados para impedir que a temperatura máxima admissível seja ultrapassada (se necessário pelo processo).

4.4.3. Conexão da tubulação ao arrefecedor de caixa

1. Certifique-se de que a tubulação esteja limpa antes de ser fixada nos bocais, para que sujeira ou partículas (metálicas) não possam entrar no arrefecedor de caixa.
2. Remova todas as tampas de proteção, bujões, tampas de transporte etc. do arrefecedor de caixa.
3. Certifique-se de que todas as faces das gaxetas dos flanges e todas as aberturas dos bocais estejam limpas e sem defeitos (rebarbas, corrosão, arranhões etc.).
4. **Não force o alinhamento da tubulação** . Certifique-se de que as superfícies de contato dos flanges dos arrefecedores de caixa e a tubulação estejam paralelas entre si.
5. Utilize gaxetas adequadamente dimensionadas com a classe de pressão correta, adequadas às temperaturas de trabalho e a todos os fluidos usados. Recomenda-se gaxetas reforçadas com anel de grafite.
6. Certifique-se de que as gaxetas estejam devidamente centralizadas e aperte os parafusos prisioneiros dos flanges alternadamente e em padrão cruzado para assegurar que as gaxetas assentem uniformemente (consulte a seção 4.4.4).

4.4.4. Torques de aperto

Os parafusos e porcas das tampas da água e flanges devem ser apertados durante a instalação e manutenção ou quando as juntas estiverem vazando.

Lubrifique a rosca do parafuso ou do parafuso prisioneiro e a superfície da face da porca adjacente ao flange ou arruela. Apertar os parafusos deve ser feito "diagonalmente", com torquímetro em pelo menos quatro etapas. Consulte a tabela 1 e as fig. 12a, b, c e d.

Em caso de vazamento, os torques de aperto devem ser aumentados em aproximadamente 15%.

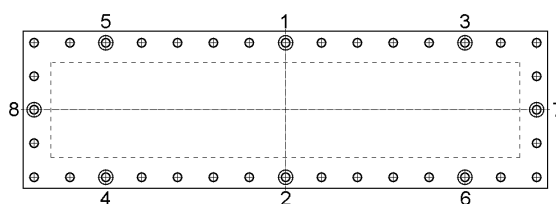



Figura 12a. Sequência de aperto dos parafusos de colar.

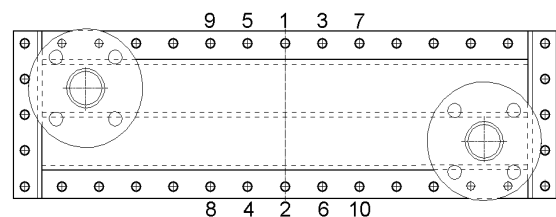



Figura 12b. Sequência de aperto dos parafusos da tampa da água em um arrefecedor de caixa de seção única. Comece do centro.

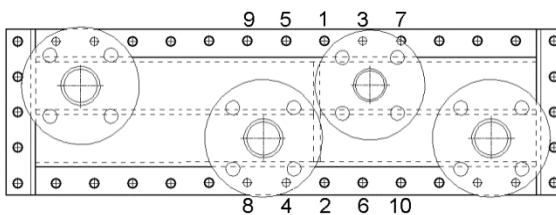



Figura 12c. Sequência de aperto dos parafusos da tampa da água em um arrefecedor de caixa de duas ou três seções. Comece da partição (central).

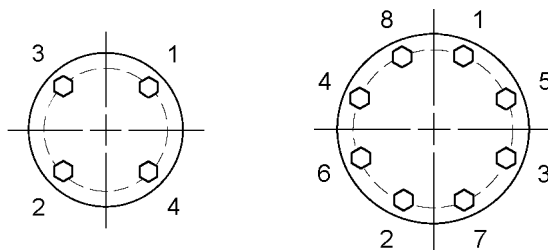



Figura 12d. Sequência de aperto dos parafusos das tampas da água e dos flanges.

Tamanh	Torque de aperto [Nm]			
	Aço carbono, classe 8.8 / ASTM A193 B7			
	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
M12	25	45	65	85
M16	60	110	165	215
M20	130	230	330	430
M24	200	400	575	740

Tabela 1. Torques de aperto recomendados (os valores baseiam-se em "parafusos levemente lubrificados".

4.5. SISTEMAS ICAF

Os arrefecedores de caixa podem ser afetados por incrustação de musgo marinho (algas, cracas, mexilhões e outros moluscos) nas superfícies externas do feixe tubular. No longo prazo, isso reduz seriamente a transferência de calor.

Este musgo marinho indesejável sobre o feixe tubular pode ser reduzido pela instalação de um sistema ICAF (*Anti-incrustação de corrente aplicada*).

Um sistema ICAF é um sistema eletrolítico anti-incrustação de fundo. Ele consiste em hastes de cobre, os anodos e placas de aço carbono, que são montados abaixo do arrefecedor de caixa (consulte a fig. 13).

Uma tomada de alimentação de corrente na sala de máquinas mantém uma pequena corrente (a *corrente aplicada*) entre anodos e os catodos, a fim de liberar a quantidade mínima necessária de íons de cobre. Os íons de cobre se misturam com a água do mar na caixa de mar e desajustam o equilíbrio ambiental local, suprimindo, dessa maneira, o acúmulo de musgo marinho no arrefecedor de caixa.

Para simplificar a instalação, a Duramax Marine® pode fornecer o arrefecedor de caixa com um sistema ICAF da Corrosion & Water Control integrado (consulte a fig. 14a).

Nesse caso, os anodos de cobre são presos a uma estrutura que é fixada no arrefecedor de caixa. Cada anodo de cobre é fornecido com uma cabo de 6 m. Os cabos são protegidos por tubos (conduítes) e são conduzidos através do espelho de tubos por prensa-cabos (consulte a figura 14b.).

Instale a unidade de alimentação de corrente , conecte os cabos conforme o manual de instalação da *Corrosion & Water-Control bv* e siga todas as instruções relevantes.

A instalação eléctrica deve ser executada somente por eletricistas devidamente qualificados, capazes e instruídos.

Não pinte as hastes de anodo e as placas de catodo!

Observe que os anodos de cobre são calculados para um ciclo de docagem seca específico (por exemplo, 3 ou 5 anos).

Figura 13. Hastes de cobre (anodos) e placas de aço (catodo) do sistema ICAF montadas separadamente na caixa de mar abaixo do arrefecedor de caixa.

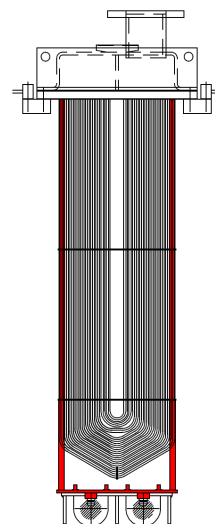



Figura 14a. arrefecedor de caixa com o sistema ICAF integrado.

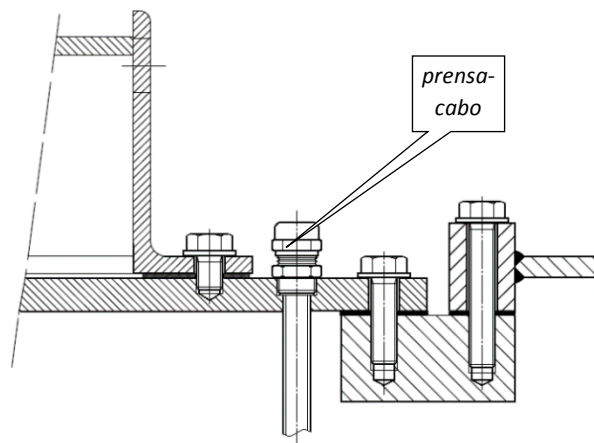



Figura 14b. prensa-cabo e conduíte para os cabos do sistema ICAF indo para os anodos de cobre.

5. COMISSIONAMENTO E OPERAÇÃO

Operação não segura

Comissionamento e operação feitos por pessoal não qualificado pode resultar em operação não segura, defeitos e corrosão acelerada.

- O arrefecedor de caixa só pode ser comissionado e operado por engenheiros e eletricistas devidamente qualificados e instruídos.
- O arrefecedor de caixa não pode ser acionado ou usado antes de ser totalmente instalado e inspecionado conforme as instruções deste manual.
- Mantenha as condições de operação dentro dos limites de projeto.

5.1. VERIFIQUE SE A INSTALAÇÃO DO SISTEMA É SATISFATÓRIA

- ❑ Verifique se todos os dispositivos de segurança do sistema (dispositivo limitador de pressão, sistema de controle de temperatura) foram corretamente ajustados e testados antes do acionamento.
- ❑ Verifique se toda a tubulação e as conexões da tubulação estão devidamente fixadas e apoiadas e permitem flexibilidade suficiente (consulte a seção 4.3.1).
- ❑ Verifique a estanqueidade de todas as conexões parafusadas. Consulte a seção 4.4.4 para saber quais são os torques de aperto. Verifique também se não há parafusos ou porcas ausentes ou quebrados.
- ❑ Verifique também a instalação e funcionamento do sistema ICAF (quando aplicável).

5.2. ACIONAMENTO E OPERAÇÃO

Não utilize o arrefecedor de caixa fora das suas faixas especificadas (pressão operacional, temperatura operacional, velocidade do fluxo, fluidos utilizados).

1) Abra a válvula de respiro e encha o arrefecedor de caixa gradualmente com o fluido para o qual foi projetado. **Minimize as tensões, assegure que a pressão aumente lentamente e que o arrefecedor de caixa aqueça uniformemente.**
2) Deixe que todo o ar saia do arrefecedor de caixa assim como de todo o sistema, e em seguida, feche a válvula de respiro.
3) Deixe o circuito pressurizar e abra a válvula de retorno de modo que o líquido possa fluir.
4) Faça regularmente as inspeções da seção 6.1. **Durante o período inicial de operação o sistema deve ser inspecionado com maior frequência.**

Desligue o arrefecedor de caixa imediatamente em caso de um possível defeito, vazamento ou quando as condições de operação não estiverem dentro dos limites de projeto.

Investigue a causa (consulte a seção 7) e acione novamente o arrefecedor de caixa somente quando todos os defeitos tiverem sido reparados por um engenheiro de manutenção qualificado.

5) Após as 8 a 10 horas iniciais de operação, desligue o arrefecedor de caixa (conforme as instruções da seção 5.3) e reaperte todas as conexões parafusadas (consulte a seção 4.4.4).

5.3. DESLIGAMENTO

1) Desligue o equipamento que é resfriado pelo líquido circulante.
2) **Aguarde até o equipamento resfriar o suficiente.** Isso é para evitar o sobreaquecimento do arrefecedor de caixa e do equipamento que é resfriado.
3) Interrompa a circulação do líquido.

Drene durante o desligamento para evitar congelamento

O meio refrigerante expandirá ao congelar e isso pode fazer com que os tubos do arrefecedor de caixa estourem e que a tampa da água se deforme.

Portanto, drene o sistema quando houver expectativa de congelamento durante o desligamento. Force a água a sair do sistema utilizando ar comprimido.

Quando uma quantidade apropriada de anticongelante é adicionada ao líquido estagnado, o arrefecedor de caixa não precisa ser drenado. (Observe que adicionar anticongelante à água de resfriamento pode ter consequências no desempenho do arrefecedor de caixa. Verifique as especificações técnicas ou entre em contato com a Duramax Marine® para obter assistência.)

Alternativamente, mantenha o líquido em circulação se o sistema tiver que ser deixado cheio.

6. INSPEÇÃO, MANUTENÇÃO E REPAROS

Operação insegura

Inspeção e manutenção insuficientes ou inadequadas ou inspeção e manutenção feitas por pessoal sem competência ou não qualificado pode resultar em operação não segura, defeitos e corrosão acelerada.

- A inspeção, manutenção e reparos do arrefecedor de caixa somente podem ser feitos por engenheiros e eletricistas devidamente treinados, qualificados e instruídos.
- Prepare um cronograma de inspeção, manutenção e limpeza regulares.
- Repare imediatamente ou corrija cada mau funcionamento, defeito ou falha que possa gerar um perigo.

Operação segura e sustentável e o bom desempenho somente podem ser mantidos se inspeção e manutenção regulares forem realizadas.

A inspeção e manutenção/reparos consistem em:

1. Inspeções regulares durante a operação
2. Inspeção interna do feixe tubular e bloqueio dos tubos quando um tubo estiver vazando
3. Inspeção externa e limpeza do feixe tubular e da caixa de mar em todos os períodos de docagem seca
4. Limpeza/substituição dos anodos do sistema ICAF em todos os períodos de docagem seca (se aplicável)

6.1. INSPEÇÃO DURANTE A OPERAÇÃO

O arrefecedor de caixa e a tubulação conectada podem estar quentes para serem tocadas. Verifique com cuidado a temperatura da superfície antes de tocar o arrefecedor de caixa ou a tubulação.

Durante a operação, inspecione regularmente [6] os seguintes itens:

- ❑ Verifique se a **pressão** não excede a pressão de projeto (consulte a seção 2.4).
- ❑ Verifique se as **temperaturas do líquido** estão de acordo com os valores esperados e dentro dos limites de projeto permissíveis. Se a temperatura de saída do líquido está aumentando durante períodos prolongados de tempo, isso pode ser uma indicação de que o arrefecedor de caixa está ficando incrustado (interna ou externamente). Nesse caso pode ser necessária mais inspeção e limpeza. Consulte as seções 6.2 e 6.3.
- ❑ Verifique o **regime de vazão**. Uma vazão muito alta (> 2,0 m/s) pode causar corrosão por erosão.
- ❑ Verifique se ainda há **ar aprisionado** no sistema. Abra cuidadosa e lentamente o respiro e faça a purga do sistema até que não haja mais ar escapando. A purga adequada do sistema é necessária para assegurar transferência de calor ideal e evitar golpe de aríete.
- ❑ Verifique se há algum **vazamento** ou sinais de vazamento. Além da observação direta, outros sinais de vazamento são: perda de pressão, perda da água de arrefecimento e/ou ar entrando continuamente no sistema.

  Observe que o vazamento também pode ser para a parte externa do navio já que a pressão do sistema é maior que a pressão da água do mar.

  Examine a causa (consulte a seção 7) e repare os vazamentos quando for possível ou entre em contato com a Duramax Marine®.
- ❑ Verifique a estanqueidade de todas as **conexões parafusadas**. Verifique também se não há parafusos ou porcas ausentes ou quebrados. Substitua e reaperte quando necessário (consulte a seção 4.4.4).
- ❑ Inspecione todas as superfícies para verificar se há sinais de **corrosão** e verifique as condições dos **revestimentos**. Preste atenção especial à placa superior e à estrutura de montagem, pois podem ser atacadas por corrosão galvânica.

[6] Os intervalos entre as atividades de inspeção e manutenção a seguir dependem das condições de operação.

Após manutenção ou reparos, pode ser necessário aumentar temporariamente a frequência das inspeções.

6.2. INSPEÇÃO INTERNA E BLOQUEIO DE TUBO

Fluido quente sob pressão

Não remova a tubulação nem as tampas da água antes de:

- desligar o sistema (consulte a seção 5.3).
- o arrefecedor de caixa tiver sido isolado do sistema da tubulação, por exemplo, fechando as válvulas de serviço na tubulação de alimentação e de retorno.
- resfriar o arrefecedor de caixa e a tubulação conectada até uma temperatura segura.
- aliviar toda a pressão do arrefecedor de caixa (abra lentamente a válvula de respiro).
- drenar todo o líquido de dentro do sistema

Vazamento importante de água

A conexão entre o espelho de tubos e a placa superior está abaixo da linha d'água. Soltar os parafusos de colar/parafusos allen do feixe tubular resultará em grande vazamento de água e é uma ruptura da estanqueidade à água da embarcação.

NÃO REMOVA O FEIXE TUBULAR OU OS PARAFUSOS DE COLAR/PARAFUSOS ALLEN SE O BARCO ESTIVER FLUTUANDO!

A inspeção interna e o bloqueio de tubos pode ser feita quando a embarcação estiver flutuando, contanto que os parafusos de colar/parafusos allen permaneçam fixados.

1) Remova os tubos de fornecimento e de retorno

2) Desmonte a tampa da água soltando os parafusos e porcas da tampa da água.

 Não solte os parafusos de colar/parafusos allen!

3) Levante cuidadosamente a tampa da água (consulte a seção 3.2).

   Preste atenção ao peso. Tome cuidado para não danificar o revestimento nem as faces da gaxeta dos flanges.

4) Inspecione a parte interna para verificar se há incrustação ou sinais de corrosão.

   (Não é esperado que a limpeza interna dos tubos seja necessária porque o líquido deve estar acondicionado e circula em circuito fechado.)

   Lave cada tubo separadamente com um jato de água para verificar se os tubos estão entupidos nas dobras.

   Tubos entupidos ou com incrustação excessiva reduzem a troca de calor e podem contribuir para corrosão interna dos tubos, pois os depósitos podem reter elementos corrosivos.

   Quando for necessário limpar, consulte a seção 6.3.

   Observe que a limpeza interna requer que o feixe tubular seja desmontado da placa superior da caixa de mar. Portanto, isso pode ser feito somente durante os períodos de docagem seca.

5) Remover a tampa da água permite também identificar possíveis vazamentos nos tubos, pois um vazamento causará infiltração da água do mar para dentro dos tubos.

   Um reparo de emergência pode ser feito tampando ambas as extremidades dos tubo danificado (com vazamento).

   Bujões de latão podem ser obtidos junto à Duramax Marine® ou eles podem ser fabricados em latão de corte fácil (CuZn39Pb3). Alternativamente, os bujões podem ser feitos de madeira. O uso de outros materiais pode danificar o espelho de tubos.

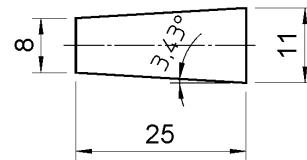



Figura 15. Dimensões dos bujões de tubo para tubos de CuZn20Al2 com Ø 11 x 0,8 mm.

6) Após inspeção ou reparos, instale a tampa da água e a tubulação conforme as instruções das seções 4.3.4 e 4.4.

   Use gaxetas novas, não reutilize gaxetas usadas.

7) Faça o recomissionamento e acione o arrefecedor de caixa conforme as instruções das seções 5.1 e 5.2

6.3. MANUTENÇÃO DURANTE CADA PERÍODO DE DOCAGEM SECA

Para se manter continuamente a capacidade máxima de transferência de calor, ambas as superfícies de transferência, interna e externa, devem ser mantidas limpas e sem corrosão.

Inspecione, limpe e faça a manutenção do feixe tubular e da caixa de mar em todos os períodos de docagem seca.

6.3.1. Desmontagem do feixe tubular

Para fazer a inspeção e limpeza externa, o feixe tubular precisa ser desmontado:

1) Remova a tampa da água conforme as instruções da seção 6.2.
2) Para desmontar o feixe tubular, solte os parafusos de colar.

   Não remova o feixe tubular ou os parafusos de colar/parafusos allen se o barco estiver flutuando!

3) Aperte os parafusos de olhal M16 no espelho de tubos (consulte a seção 3.2).
4) Levante ou abaixe cuidadosa e lentamente o feixe tubular retirando-o da caixa de mar.

   Preste atenção ao peso. Tome cuidado para não danificar o revestimento nem as superfícies dos flanges.

5) Leve o feixe tubular a um lugar onde possam ser feitas a inspeção e a limpeza. Evite danificar os tubos e o revestimento. Coloque-o sobre uma superfície macia, por exemplo, uma manta de borracha.

6.3.2. Limpeza do feixe tubular

- **Limpeza interna dos tubos.** Quando os tubos estiverem com excessiva incrustação interna ou quando as dobras estiverem entupidas (consulte também a seção 6.2), o feixe tubular pode ser limpo colocando-o em um recipiente com água e produtos químicos de limpeza.

  Alternativamente, ele pode ser limpo por ultrassom.

  Ao utilizar este tipo de limpeza, procure uma empresa competente especializada em limpeza ultrassônica ou limpeza química e/ou agentes de limpeza. Forneça à empresa todas as características da água utilizada, os materiais do arrefecedor de caixa e o seu uso.

  Quando necessário, entre em contato com a Duramax Marine® para obter assistência.

- **Limpeza externa do feixe tubular.** Incrustação excessiva por musgo marinho reduz significativamente a transferência de calor.

  Quando for necessário limpar, faça o seguinte:

  1) Raspe a incrustação de musgo marinho da parte externa do feixe tubular com um raspador de plástico ou de madeira ou utilize uma escova não metálica.

     Use um raspador de madeira ou plástico com espessura máxima de 5 mm para limpar entre os tubos.

     Evite danificar o revestimento ou as superfícies de tubos não revestidos. NÃO use raspadores ou escovas metálicas.

  2) Para arrefecedores de caixa com revestimento: após a limpeza mecânica, limpe o feixe tubular com um limpador a vapor ajustado para a temperatura máxima de 120 °C.

     Em seguida, limpe o feixe tubular por 15 minutos com uma solução de cloro (5 mg de Cl por litro).

  3) Finalmente, enxágue completamente o feixe tubular com água limpa não aquecida, usando limpador de alta pressão com pressão máxima de 100 bar.

     Quando utilizar outros métodos de limpeza, procure uma empresa competente especializada em limpeza química e/ou agentes de limpeza. Forneça à empresa todas as características dos materiais do arrefecedor de caixa e o seu uso.

  4) Verifique se o revestimento de duroplast curado a quente do feixe tubular está danificado (quando aplicável).

     Um revestimento danificado (mesmo com pequenos danos) causará corrosão (galvânica) acelerada .

     Pequenos danos no revestimento podem ser retocados por um conjunto de reparo especial de dois componentes, que pode ser pedido à Duramax Marine®. Quando grandes áreas estiverem danificadas, todo o feixe tubular precisa ser revestido novamente. Nesse caso, entre em contato com a Duramax Marine®.

6.3.3. Tubos danificados

Quando os tubos estiverem danificados, entre em contato com a Duramax Marine® para obter assistência.

6.3.4. Inspeção e manutenção da caixa de mar

Limpe a caixa de mar e verifique se há sinais de corrosão e revestimento danificado, que pode estar coberta por musgo marinho (especialmente a placa superior e a estrutura de montagem).

Repare conforme necessário para evitar corrosão galvânica.

Quando um revestimento novo for aplicado, **não o aplique no feixe tubular, os anodos de cobre e as placas de catodo do sistema ICAF ou os anodos de sacrifício** (se aplicável).

Inspecione e limpe as fendas de entrada e de saída para assegurar que não haja obstrução ao fluxo de água.

6.3.5. Limpeza ou substituição de anodos

Substitua os anodos de sacrifício e os anodos do ICAF ou limpe-os até chegar à base de metal quando a substituição ainda não for necessária (consulte também os manuais dos fabricantes dos sistemas e siga todas as instruções de manutenção relevantes).

6.3.6. Reinstalação da tampa da água

Após inspeção e manutenção, reinstale o feixe tubular e a tampa da água conforme as instruções das seções 4.3 e 4.4.

Substitua as gaxetas, não reutilize gaxetas usadas.

Substitua os parafusos danificados.

6.3.7. Teste de pressão do arrefecedor de caixa

Após a reinstalação pode ser necessário submeter o arrefecedor de caixa a um teste de pressão.

1) Tampe os bocais com gaxetas de borracha (por exemplo, cortadas de mantas de borracha) e do tamanho adequado para tampar os flanges. Instale uma válvula de respiro de ar manual no ponto mais alto para purgar o ar que está no sistema.
2) Encha o arrefecedor de caixa usando um orifício de enchimento com um líquido adequado não corrosivo e não aquecido enquanto o respiro de ar estiver aberto. Feche o respiro após o ar ter sido purgado.
3) Aumente a pressão até atingir a pressão de teste mostrada na placa de tipo usando uma bomba adequada. Use um manômetro adequadamente calibrado para ajustar a pressão correta.

   Pressurize o sistema por 30 minutos (à temperatura ambiente).

Não permita uma sobrecarga de pressão, não exceda o tempo de duração!

4) Inspecione para verificar se há vazamento ou perda de pressão durante o tempo em que o arrefecedor de caixa estiver pressurizado.

   Não é permissível que ocorra vazamento ou deformação residual. Em caso de vazamento, este precisa ser reparado (consulte a seção 7).
5) Despressurize lentamente o arrefecedor de caixa até atingir a pressão atmosférica.
6) Abra o respiro e drene o líquido totalmente. Depois disso, enxágue se necessário.

6.3.8. Instale a tubulação e faça o recomissionamento do arrefecedor de caixa

1. Reinstale a tubulação conforme as instruções da seção 4.7.
2. Substitua todas as gaxetas por novas - não reutilize gaxetas usadas.
3. Faça o recomissionamento e acione o arrefecedor de caixa conforme as instruções das seções 5.1 e 5.2.

6.4. PEDIDO DE PEÇAS SOBRESSALENTES

Solicite peças sobressalentes da Duramax Marine®. As seguintes informações devem acompanhar os pedidos de peças sobressalentes:

- número do projeto e número do pedido
- descrição completa do tipo (consulte as especificações técnicas ou a placa de tipo)
- peça pedida (para ver uma descrição, consulte a documentação fornecida ou a placa de tipo)

7. MAU FUNCIONAMENTO

A detecção e resolução de problemas somente pode ser feita por pessoal devidamente treinado e qualificado

- Siga todas as instruções de segurança aplicáveis deste manual!
- Repare imediatamente ou corrija cada mau funcionamento, defeito ou falha que possa gerar um perigo.

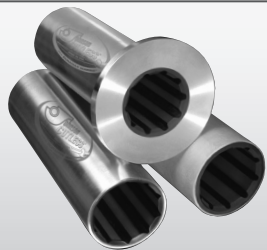
Consulte a seção 6 para ver instruções sobre inspeção e reparos.

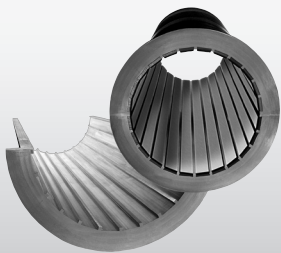
Mau funcionamento	Causa possível
Vibrações excessivas e ruído anormal	— ar aprisionado no arrefecedor de caixa. Abra o respiro e faça a purga até todo o ar sair do sistema — flutuações de pressão no meio circulante, bomba defeituosa ou incorreta — vibrações ou ressonância transmitidas ao arrefecedor de caixa pela tubulação conectada (consulte a seção 4.1.2)
Arrefecedor de caixa vazando	— vazamento no bocal para as juntas da tampa da água. Cargas muito altas no bocal, expansão térmica ou vibração da tubulação. Entre em contato com a Duramax Marine®. — tubo defeituoso. Vede as duas extremidades do tubo defeituoso com bujões de tubo (consulte a seção 6.2). — tubo defeituoso – conexão do espelho de tubos. Entre em contato com a Duramax Marine®. — vazamento entre os flanges de tubo. Reaperte os parafusos. Verifique se as faces das gaxetas estão danificadas (consulte a seção 4.4.4). — vazamento entre o espelho de tubos e a estrutura de montagem. Aperto insuficiente dos parafusos. Reaperte os parafusos. — vazamento entre o espelho de tubos e a estrutura de montagem. As faces de contato dos flanges não estão planas ou a superfície das faces está danificada (consulte a seção 4.2). Reaperte os parafusos (consulte a seção 4.4.4). Entre em contato com a Duramax Marine® se isso não solucionar o problema. — pressão e/ou temperatura muito elevadas (consulte a seção 5.2) — corrosão interna (entre em contato com a Duramax Marine®) — gaxetas erradas usadas (consulte as seções 4.3 e 4.4) — O meio de limpeza usado é abrasivo ou corrosivo — dano causado por congelamento (consulte a seção 5.3) Após executar as ações corretivas, faça o teste de pressão do arrefecedor de caixa para assegurar que não haja vazamento; consulte a seção 6.3.7.
Capacidade insuficiente *(isso pode ser determinado verificando-se as temperaturas do meio e do ar)*	— aberturas das fendas insuficientes ou dimensionadas incorretamente (consulte a seção 4.1) — ar aprisionado na caixa de mar — turbulência ocorrendo na caixa de mar (consulte a seção 4.1) — a caixa de mar (fendas) está muito perto da hélice da embarcação — o arrefecedor de caixa está muito perto da caixa de mar (entre em contato com a Duramax Marine®) — tampa da água montada de maneira incorreta (consulte a seção 4.3.4) — temperatura ou vazão da entrada do meio refrigerante acima da especificada — ar aprisionado no arrefecedor de caixa. Abra o respiro e faça a purga até todo o ar sair do sistema. — os tubos do arrefecedor de caixa estão incrustados, danificados ou bloqueados (consulte as seções 6.2 e 6.3) — musgo marinho excessivo no feixe tubular (consulte a seção 6.3.2)
Corrosão	— revestimentos danificados (no feixe tubular e/ou na caixa de mar) — anodo de sacrifício consumido ou não instalado. Entre em contato com a Duramax Marine® para obter assistência. — correntes parasitas. Instale anodos de sacrifício e/ou entre em contato com a Duramax Marine®.

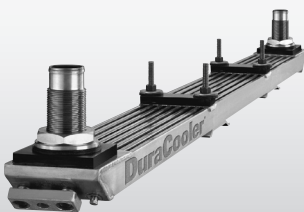
8. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

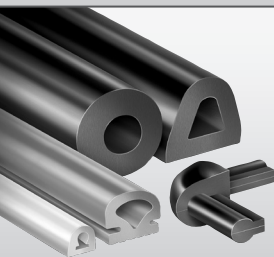
Consulte as especificações técnicas como foram fornecidas com os documentos do pedido.

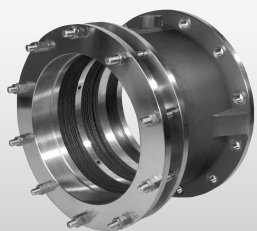
INOVAÇÃO. EXPERIÊNCIA. RESULTADOS.

A Duramax Marine® tem o compromisso de oferecer excelência em todos os produtos que fabrica Nossos rolamentos navais e industriais, trocadores de calor, sistemas de proteção de impacto e sistemas de vedação Johnson Cutless® são conhecidos no mundo inteiro pela sua qualidade de engenharia e desempenho confiável Entre em contato com a fábrica para obter informações sobre um dos seguintes produtos Duramax Marine®:

SISTEMAS DE ROLAMENTOS LUBRIFICADOS POR ÁGUA JOHNSON CUTLESS®

Rolamentos de luva e flangeados Johnson Cutless®
Buchas de leme DX 490

SISTEMAS AVANÇADOS DE ROLAMENTOS LUBRIFICADOS POR ÁGUA DURAMAX®

Rolamentos de escora desmontáveis Johnson®
Rolamentos de escora e alojamentos segmentados ROMOR® I
Rolamentos de arcos parciais em C ROMOR®
Rolamentos de liga de polímero DMX®
Buchas de leme e espigão, arruelas de encosto e placas de desgaste Duramax® DuraBlue®
Sistemas de rolamentos de bomba industrial

SISTEMAS DE TROCA DE CALOR DURAMAX®

Trocadores de calor de quilha DuraCooler®
Trocadores de calor de quilha desmontáveis Duramax®
Trocadores de calor de caixa Duramax®
Trocadores de calor de placa Duramax®

SISTEMAS DE PROTEÇÃO DE IMPACTO DURAMAX®

Amortecedores de doca, defensas e joelhos de reboque Johnson®
Borrachas de calefação para porta, canal de janela e borrachas de cobertura de escotilha
Sistemas de gabaritos compostos LINERITE®

SISTEMAS DE VEDAÇÃO DE EIXO DURAMAX®

Sistemas de vedação de eixo Duramax®
Caixas de gaxeta de vedação de ar robustas Johnson®
Gaxeta de compressão de alto desempenho Duramax® Ultra-X®
Caixas de gaxeta e fundições de popa "Strong Boy" Johnson®

17990 Great Lakes Parkway
Hiram, Ohio 44234 EUA

TELEFONE +1.440.834.5400
FAX +1.800.497.9283 (EUA e Canadá)
ou +1.440.834.4950

info@DuramaxMarine.com
www.DuramaxMarine.com

Duramax Marine® é uma empresa certificada ISO 9001:2008